

Vlastimil KAJZAR¹, Hana DOLEŽALOVÁ², Kamil SOUČEK³, Lubomír STAŠ⁴

**ANALÝZA VODOROVNÝCH POHYBŮ V PRŮBĚHU VÝVOJE POKLESOVÉ
KOTLINY**

**HORIZONTAL MOVEMENT ANALYSIS DURING DEVELOPMENT OF
SUBSIDENCE DEPRESSION**

Abstrakt

Opakovaná geodetická měření s použitím GPS v pozorovací síti u Karviné bylo prováděno s cílem sledovat pohyby bodů na povrchu, které jsou následkem hlubinného dobývání v oblasti se složitými tektonickými podmínkami. GPS metoda poskytuje prostorové souřadnice sledovaných bodů, proto je možno vypočítat nejen vertikální složku pohybu, ale také horizontální složku. Hodnocení horizontálních pohybů způsobené dolováním u Karviné ukazovalo netypické chování bodů a vliv na širší oblast v dané poklesové kotlině.

Abstract

Repeated geodetic surveying by GPS at the observation network near Karviná was done to observe movements of surface points caused by underground mining in the area of a difficult tectonic situation. GPS method provides spatial coordinates of surveyed points and that is why it enables to compute not only vertical movements – subsidence – but also horizontal movements – shift. The evaluation of horizontal movements caused by undermining near Karviná has shown on non-uniformities and influences of wider area on given subsidence depression.

Úvod

V blízkosti Karviné byla od roku 2006 Ústavem geoniky AV ČR, v.v.i. budována pozorovací stanice pro sledování povrchových projevů poddolování opakovaným geodetickým zaměřováním metodou GPS. Byla vybrána oblast s několika výraznými tektonickými poruchami, neboť primárním účelem bylo sledovat vývoj poklesové kotliny v netriviálních geomechanických podmínkách. Pro zjišťování prostorových

¹ Ing. Vlastimil Kajzar, Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Studentská 1768, 708 00 Ostrava, e-mail: kajzar@ugn.cas.cz

² Ing. Hana Doležalová, Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Studentská 1768, 708 00 Ostrava, dolezalova@ugn.cas.cz

³ Ing. Kamil Souček, Ph.D., Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Studentská 1768, 708 00 Ostrava, soucek@ugn.cas.cz

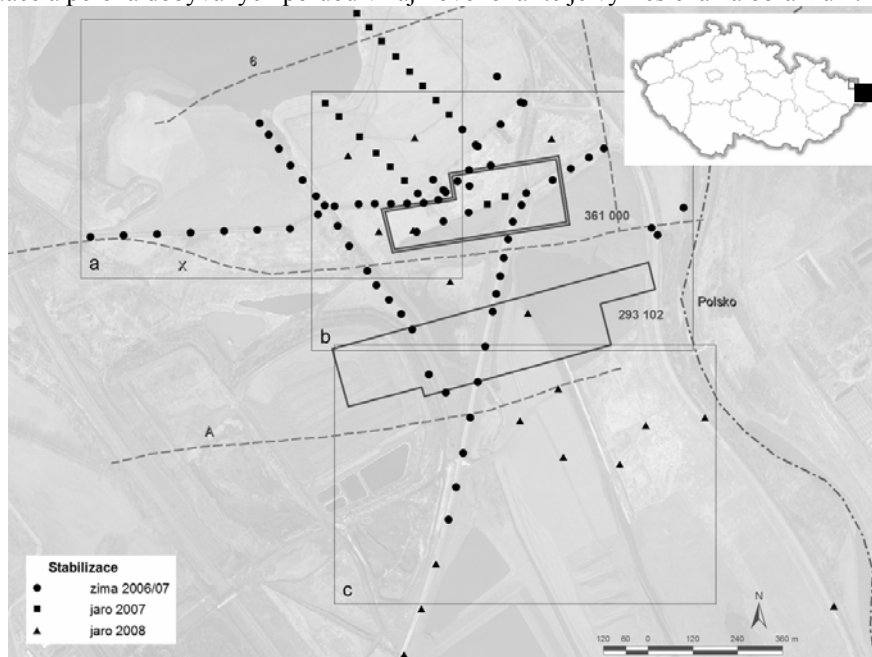
⁴ RNDr. Lubomír Staš, CSc., Ústav geoniky AV ČR, v.v.i., Studentská 1768, 708 00 Ostrava, stas@ugn.cas.cz

souřadnic bodů byla vybrána metoda GPS. Na základě měřených hodnot je možné provádět vyhodnocení nejen poklesů, ale také horizontálních posunů.

Lokalita

Zájmovou oblastí je lokalita v hornoslezské uhelné pánvi v severní části důlního pole Dolu ČSM-sever na demarkaci s Dolem Darkov, na východě ohraničená státní hranicí s Polskem. V této lokalitě byl v hloubce 950 m pod povrchem dobýván porub 361 000 (180 x 500 m, mocnost 1,4 - 2 m), a to od října 2006 do června 2007. Od května 2007 do dubna 2008 pak byl v hloubce 990 m pod povrchem dobýván porub 293 102 (185 x 808 m, mocnost 3,2 m). Počátkem roku 2009 začal být dobýván porub vedený ve druhé lávce 36. sloje. Dobývací metodou je stěnování na řízený zával s postupem porubní fronty od východu na západ. Horninový masív je v dané lokalitě tvořen typickými horninami pro stavbu karbonského pohoří v hornoslezské pánvi s tafrogenní stavbou. Kostru tafrogenní stavby tvoří základní poklesy s amplitudou většinou desítek až stovek metrů, kombinované horizontálními posuny [3].

V zájmové lokalitě se vyskytuje několik výrazných tektonických poruch. Jižně ve vzdálenosti cca do 50 m subparalelně s porubním blokem 361 000 ve směru V-Z prochází tektonická porucha X poklesového charakteru. Jde o poruchu s mocností poruchového pásma cca 25 – 50 m, s amplitudou poklesu 350 m, o úklonu 60°. Směr úklonu této poruchy je orientován tak, že prochází vyšším nadložím půdorysně nad porubem 361 000. Jižněji, subparalelně poruše X, prochází poklesová tektonická porucha A, s amplitudou poklesu cca 350 m a s úklonem 60°, jehož orientace je opačná a porucha se tak odklání od předmětné oblasti. Ze severní strany je méně výrazná porucha 6 a na východě pak nepojmenovaná porucha ve směru S-J [1], [2]. Tektonická situace a poloha dobývaných porubů v zájmové lokalitě je vykreslena na obrázku 1.



Obr. 1 Dobývané poruby, tektonické poruchy a body pozorovací stanice

Pozorovací stanice

Budování pozorovací stanice nejprve vycházelo z map předpokládaných projevů z vydobyti porubu 361 000, s rozšířením dobývacího plánu i na další poruby byla pozorovací stanice postupně rozšiřována a zahušťována. Body byly stabilizovány formou hřebů ve vozovce a dále pomocí metrových ocelových tyčí zatlučených do země. Dále byly do pozorovací stanice zahrnuty triangulační a nivelační body státního polohového a výškového bodového pole a pomocí speciálně zhotoveného držáku byly zaměřovány body na vodovodním potrubí, které prochází téměř ve směru V-Z napříč poklesovou kotlinou nad dobývaným porubem 361 000. Celkem tak bylo opakovaně zaměřováno téměř 100 bodů, které tvoří síť několika profilů a roztroušených bodů. Na obrázku 1 jsou body odlišeny podle období stabilizace.

Jednotlivé body pozorovací stanice jsou zaměřovány statickým měřením s observací alespoň 10 minut na každém na bodě. Referenční stanice je během měření umístěna mimo předpokládané vlivy dobývání, několik kilometrů od pozorovací stanice. Interval opakování měření byl cca 5 týdnů. Výsledkem měření a následného zpracování GPS měření jsou prostorové souřadnice jednotlivých bodů pozorovací stanice v systémech WGS-84 a S-JTSK s přesností v horizontální poloze do 15 mm a ve výšce do 20 mm.

Pohyby bodů na poddolovaném území

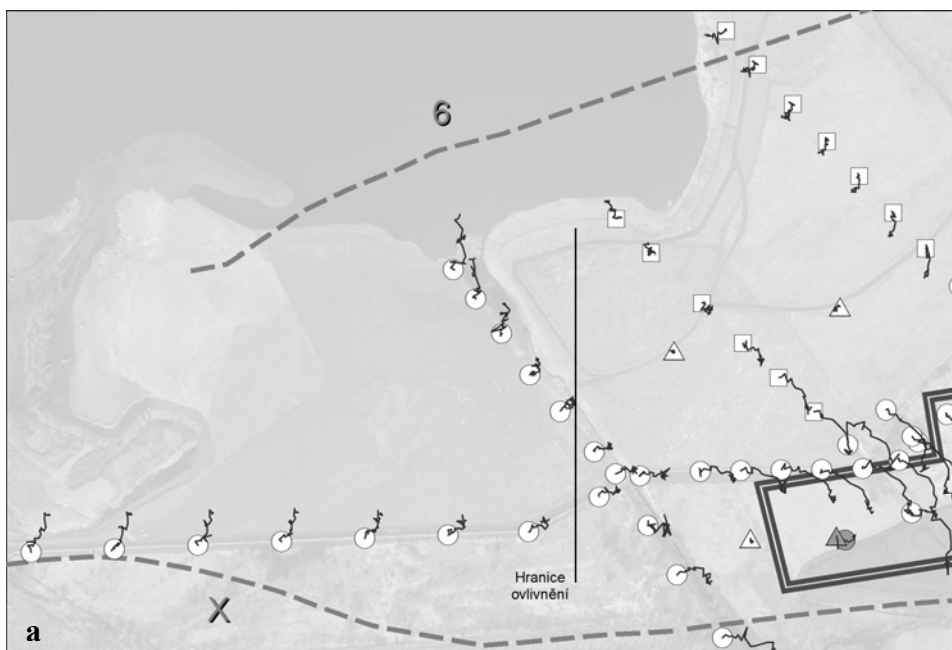
Pohyb bodu na povrchu poddolovaného území je pohybem obecným, směřujícím k těžišti vyrubané plochy. Tento obecný pohyb je tvořen dvěma složkami: pohybem svislým – poklesem – a pohybem vodorovným – posunem. Z těchto pohybů se pak odvozují deformace povrchu (vodorovné poměrné přetvoření, naklonění a zakřivení). Pokud tedy opakovaně zjišťujeme prostorovou polohu bodů pomocí GPS, lze vypočítat nejen poklesy, které jsou nejběžnějším vyjádřením povrchových projevů poddolování, ale i posuny jednotlivých bodů, případně deformace jednotlivých úseků.

Zatímco svislá složka pohybu bodu (pokles) je výraznější a lépe ukazuje na velikost probíhajících povrchových změn, horizontální složka pohybu bodu (posun) může lépe ukázat na směr pohybu bodů. Vyhodnocení poklesů bodů pozorovací stanice u Karviné ukázalo, že se body v některých okrajových částech chovají jinak, než stanovují teoretické předpoklady. Koncové body profilů na západě, severu i jihu sledované oblasti byly stabilizovány v místech mimo předpokládaných projevů dobývání, přesto na nich byl zaznamenán pokles okolo 10 cm. Na bodech stabilizovaných v jižní části oblasti byla navíc zaznamenána výrazná nerovnoměrnost v poklesu, kdy byl jižním směrem od určitého bodu profilu na všech bodech zaznamenán téměř pravidelný pokles, jemuž předcházel úsek výrazné změny ve velikosti poklesu blízkých bodů: rozdíl poklesů těchto bodů byl na vzdálenosti cca 200 m téměř 80 cm. Na základě těchto výsledků tedy vznikla potřeba vyhodnotit také horizontální posuny tak, aby se zjistil směr pohybu těchto bodů.

Analýza horizontálních posunů

Velikost horizontálního posunu bodu se vypočte jako vzdálenost mezi jeho původní a novou polohou (ze souřadnic x a y zjištěných opakovaným měřením). Vedle hodnocení velikosti posunů je však možné vykreslit i směr horizontální složky pohybu bodu. Schematické zobrazení vývoje směrů horizontálních posunů bodů od jejich stabilizace do dubna 2009 v jednotlivých částech zájmové oblasti je uvedeno v obrázcích 2a, 2b a 2c (rozložení vybraných oblastí a, b a c je patrné z obrázku 1). Měřítka posunů

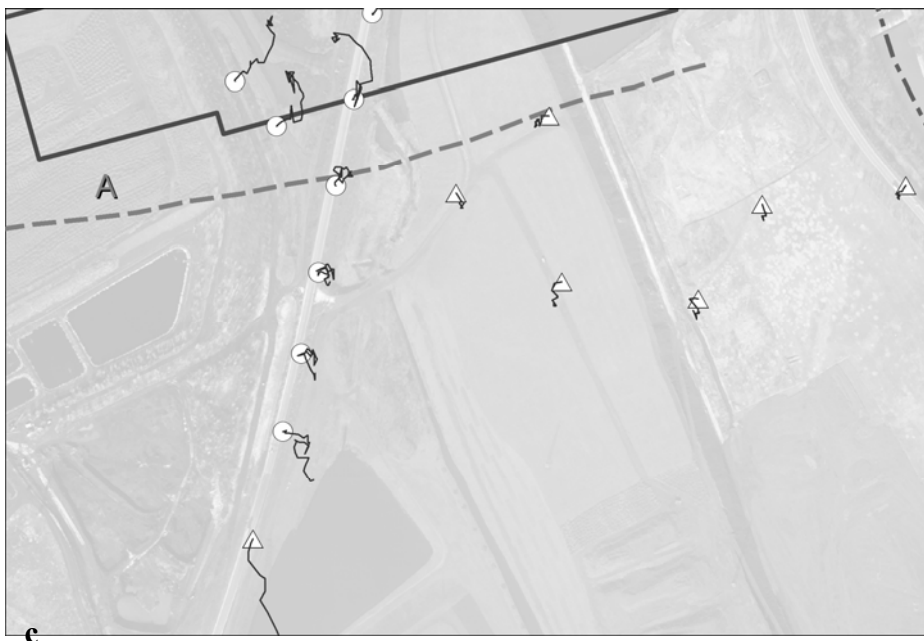
bylo voleno tak, aby byl směr posunů bodů dobře patrný (zjištěné změny v horizontální poloze od počátku měření byly od 3 do 22 cm).



Obr. 2a Horizontální posuny v severozápadní části pozorovací stanice



Obr. 2b Horizontální posuny v severovýchodní části pozorovací stanice



Obr. 2c Horizontální posuny v jižní části pozorovací stanice

Průběh posunů bodů na pozorovací stanici lze popsat takto:

- ❑ Během dobývání porubu vedeného v první lávce 36. sloje (severní porub) byl zaznamenán mírný pohyb stabilizovaných bodů směrem k těžišti vydobytého prostoru.
- ❑ Těsně před ukončením těžby severního porubu započalo v květnu 2007 dobývání porubu v 29. sloji (jižní porub). Projevy vydobyti malé části jižního porubu v časovém překryvu dobývání obou porubů jsou zanedbatelné a neměly v té době významný vliv na změnu polohy bodů ve velké části sledované oblasti. Tyto vlivy jsou zaznamenatelné pouze u bodů v bezprostředním okolí vydobyté plochy. Dobývání obou porubů je proto možné uvažovat jako časově oddělené.
- ❑ V období přibližně od října 2007 dochází k dynamickému vývoji povrchových změn. Hlavní podíl na těchto změnách má dobývání jižního porubu. Křivky posunů bodů na velké části zájmového území se stáčí směrem k postupujícímu těžišti dobývané plochy a probíhající deformace terénu jsou zcela spojeny s tímto dobýváním. Doznívání vlivů dobývání severního porubu není patrné. Pohyb způsobený dobýváním jižního porubu lze vysledovat do značné vzdálenosti.
- ❑ Dobývání jižního porubu skončilo v dubnu 2008. Doznívání vlivů dobývání a s tím spojených posunů probíhalo následně několik měsíců. Naměřené hodnoty jsou však několikanásobně menší než hodnoty pozorované během dobývání.
- ❑ Po relativně dlouhé prodlevě, která umožnila sledovat body během období doznívání povrchových změn, započalo na přelomu let 2008/2009 dobývání porubu vedeného v další lávce 36. sloje půdorysně odpovídajícího předcházejícímu porubu. Do dubna 2009, kdy je dobývání tohoto porubu stále aktivní, došlo k nepatrným posunům, z nichž není zcela patrné, jakým způsobem ovlivňuje dobývání tohoto

porubu pozici jednotlivých bodů. Dá se však předpokládat, že vlivy této exploatace se projeví obdobným způsobem jako při dobývání předchozí lávky.

Výsledné průběhy jednotlivých křivek na první pohled korespondují s očekávanými pohyby. Při detailnějším zkoumání je možné vymezit několik dílčích částí, ve kterých se body chovají rozdílně oproti teoretickým předpokladům.

Z vyhodnocení poklesů bodů vyplynul fakt, že body v některých okrajových částech poklesové kotliny klesají více, než se očekávalo. Až vyhodnocení posunů těchto bodů ukázalo na směr jejich pohybu a tím na příčinu jejich nestability. Na obrázku 2a je možné takovou oblast lokalizovat vlevo od linie s označením Hranice ovlivnění. Na tomto geomechanicky homogenním území jsou body ovlivňovány postupně různými dobývacími procesy. Do léta 2007 má na pohyb stabilizovaných bodů zásadní vliv dobývání severního porubu 361 000. Následně začínají na polohu jednotlivých bodů působit vlivy od severu, mimo sledovanou oblast, kde lze usuzovat na další aktivní dobývání. Hranice ovlivnění vyznačuje přibližné rozhraní dominantního působení těchto vlivů.

Na obrázku 2c je zachycena oblast jižně od dobývaného porubu 293 102, kde vývoj pohybů jednotlivých bodů nesouhlasí s předpokladem. Body nacházející se jižně od tektonické poruchy A se zdají být zcela izolovány od vlivů dobývání tohoto porubu. Pohyb těchto bodů je zde tedy výhradně určován jinými faktory, působícími od jihu, a to aktivní těžbou v blízkém okolí a výskytem významné tektonické struktury.

Závěr

Vyhodnocení směrů horizontálních posunů bodů na pozorovací stanici ukázalo na výrazný vliv aktivního dobývání v širším okolí zájmové lokality a vliv složité tektonické situace. Již vyhodnocení poklesů ukázalo na netypické chování bodů v některých částech poklesové kotliny [2]. Vyhodnocení směrů horizontálních posunů tak umožnilo objasnit jeho příčiny a přispělo k pochopení vývoje pohybů bodů na dané pozorovací stanici.

Tento příspěvek byl podpořen grantovým projektem GAČR č. 105/07/1586.

Literatura

- [1] DOLEŽALOVÁ, H., KAJZAR, V., SOUČEK, K., STAŠ, L., ŠIMKOVIČOVÁ, J. Creating of Observation Station for Monitoring Surface Influences of Underground Mining under Nontrivial Geo-Mechanical Conditions. In *Proceedings of XIII. International Congress of International Society for Mine Surveying*. Budapest, ISM, 2007. ISBN 978-963-9038-18-9.
- [2] DOLEŽALOVÁ, H., KAJZAR, V., SOUČEK, K., STAŠ, L. Vyhodnocení výškových změn v poklesové kotlině u Karviné. In *Transactions - Sborník vědeckých prací Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava; Řada stavební.* Roč. 8, č. 2 (2008), s. 21-27. ISSN 1213-1962.
- [3] DOPITA, M., et al. *Geologie české části hornoslezské pánve*. Praha: MŽP ČR, 1997. 278 s. ISBN 80-7212-011-5.

Oponentní posudek vypracoval:

Doc. Ing. Robert Kořínek, CSc., VŠB – Technická univerzita Ostrava, FAST